

PATENT
450100-04735

10/525112

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

PT01 Rec'd PCT/PTC 18 FEB 2005

Applicant: Kazuhiko OZAWA

International Application No.: PCT/JP03/10453

International Filing Date: August 19, 2003

For: AUTOMATIC WIND NOISE REDUCING CIRCUIT
AND METHOD THEREOF

745 Fifth Avenue
New York, NY 10151

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV375019560US

Date of Deposit: February 18, 2005

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Adam Ahmed
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

A. Ahmed
(Signature of person mailing paper or fee)

CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japan
Application No. 2002-238831 filed 20 August 2002.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicant

By: William S. Frommer
William S. Frommer
Reg. No. 25,506
Tel. (212) 588-0800

BEST AVAILABLE COPY

00252696

10/525112

PCT/JP 03/10453

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

19.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

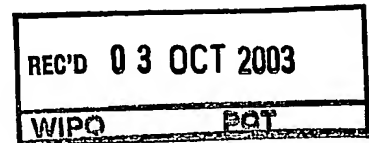
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 8 月 2 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 3 8 8 3 1

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 3 8 8 3 1]

出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

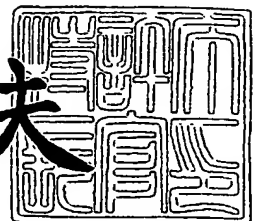


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290560802

【提出日】 平成14年 8月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04R 1/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 小沢 一彦

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091546

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 正美

【電話番号】 03-5386-1775

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048851

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710846

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動風音低減回路および自動風音低減方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N (Nは2以上の正数) 個の音声チャンネルと、

前記N個の音声チャンネルから選択される1つの音声チャンネル以外のN-1個の音声チャンネルの音声信号をすべて加算する第1の加算手段と、

前記第1の加算手段において加算されていない前記選択される1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の加算手段からの加算信号を減算する第1の減算手段と、

前記第1の加算手段と前記第1の減算手段との前段において前記N個の音声チャンネルの音声信号のそれぞれについて、あるいは、前記第1の減算手段の後段において、前記第1の減算手段からの出力信号について、風音信号の帯域成分を抽出する第1の抽出手段と、

前記第1の抽出手段により帯域制限された前記第1の減算手段からの出力信号の利得を制御する第1の利得制御手段と、

前記選択された1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の利得制御手段により利得が制御された信号を減算する第2の減算手段と

を有し、

前記第2の減算手段の出力信号を前記選択された1つの音声チャンネルの音声出力とすることを特徴とする自動風音低減回路。

【請求項 2】

請求項1に記載の自動風音低減回路であって、

前記第1の加算手段と、前記第1の減算手段と、前記第1の抽出手段と、前記第1の利得制御手段と、前記第2の減算手段とを前記N個の音声チャンネルに対応してN系統分有し、

前記選択される1つの音声チャンネルが各系統で重複することがないようにされていることを特徴とする自動風音低減回路。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の自動風音低減回路であって、
前記 N 個の音声チャンネルの音声信号のうち、任意の音声信号間の差分音声信号を得る第 3 の減算手段と、
前記第 3 の減算手段からの前記差分音声信号から風音信号の帯域成分を抽出する第 2 の抽出手段と、
前記第 2 の抽出手段よりの抽出信号が供給されて、風音信号のレベル検波信号を発生する検波手段と
を有し、
前記検波手段よりのレベル検波信号に基づいて、前記第 1 の利得制御手段の利得を可変制御することを特徴とする自動風音低減回路。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の自動風音低減回路であって、
前記 N 系統分の前記第 2 の減算手段のそれぞれからの出力信号をすべて加算する第 2 の加算手段と、
前記第 2 の加算手段よりの信号が供給されて、風音信号の帯域成分を抽出する第 3 の抽出手段と、
前記第 3 の抽出手段からの出力信号の利得を制御する第 2 の利得制御手段と、
前記 N 系統分の前記第 2 の減算手段のそれぞれからの出力信号から、前記第 2 の利得制御手段の出力信号を減算する N 系統分の第 4 の減算手段と
を有し、
前記 N 系統分の第 4 の減算手段のそれぞれからの出力信号を前記 N 個の音声チャンネルのそれぞれの音声出力とすることを特徴とする自動風音低減回路。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の自動風音低減回路であって、
前記検波手段よりのレベル検波信号によって、前記第 2 の利得制御手段の利得を可変制御することを特徴とする自動風音低減回路。

【請求項 6】

N (N は 2 以上の正数) 個の音声チャンネルから選択される 1 つの音声チャンネル以外の N - 1 個の音声チャンネルの音声信号をすべて加算して加算信号を得

る第1の加算工程と、

前記第1の加算工程において加算されていない前記選択される1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の加算工程において得られた前記加算信号を減算し、第1の減算信号を得る第1の減算工程と、

前記第1の加算工程と前記第1の減算工程との前段において前記N個の音声チャンネルの音声信号のそれぞれについて、あるいは、前記第1の減算工程の後段において、前記第1の減算工程において得られた第1の減算信号について、風音信号の帯域成分を抽出する第1の抽出工程と、

前記第1の抽出工程において帯域制限するようにされた前記第1の減算信号の利得を制御する第1の利得制御工程と、

前記選択された1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の利得制御工程において、利得が制御するようにされた前記第1の減算信号を減算し、第2の減算信号を得る第2の減算工程と

を有し、

前記第2の減算信号を前記選択された1つの音声チャンネルの音声出力とすることを特徴とする自動風音低減方法。

【請求項7】

請求項6に記載の自動風音低減方法であって、

前記第1の加算工程においては、前記選択される1つの音声チャンネルが相互に重複することが無いようにされて、選択された前記音声チャンネルが異なるN個の前記加算信号を得るようにし、

前記第1の減算工程においては、相互に重複することが無いように選択された音声チャンネルの音声信号のそれぞれから、前記第1の加算工程において得られた前記N個の加算信号のうちの対応する加算信号を減算して、N個の第1の減算信号を得るようにし、

前記第1の抽出工程においては、前記N個の第1の減算信号のそれぞれが、風音信号の帯域成分となるように帯域制限するようにし、

前記第1の利得制御工程においては、帯域制限後の前記N個の第1の減算信号のそれぞれについて、利得を制御するようにし、

前記第 2 の減算工程においては、N 個の前記選択された音声チャンネルの音声信号のそれぞれから、前記第 1 の利得制御工程において、利得が制御するようにされた前記 N 個の第 1 の減算信号のうちの対応する第 1 の減算信号を減算し、N 個の第 2 の減算信号を得るようにし、

前記 N 個の第 2 の減算信号を前記 N 個の音声チャンネルのそれぞれの音声出力とすることを特徴とする自動風音低減方法。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載の自動風音低減方法であって、

前記 N 個の音声チャンネル音声信号のうち、任意の音声信号間の差分音声信号を得る第 3 の減算工程と、

前記第 3 の減算工程において得られた前記差分音声信号から風音信号の帯域成分を抽出する第 2 の抽出工程と、

前記第 2 の抽出工程において抽出された抽出信号から風音信号のレベル検波信号を発生する検波工程と

を有し、

前記検波工程において発生させた前記レベル検波信号に基づいて、前記第 1 の利得制御工程においての利得を可変制御するようにすることを特徴とする自動風音低減方法。

【請求項 9】

請求項 7 または請求項 8 に記載の自動風音低減方法であって、

前記第 2 の減算工程において得られた前記第 2 の減算信号のすべてを加算する第 2 の加算工程と、

前記第 2 の加算工程において加算されて得られた加算信号から、風音信号の帯域成分を抽出する第 3 の抽出工程と、

前記第 3 の抽出工程において抽出された抽出信号の利得を制御する第 2 の利得制御工程と、

前記第 2 の減算工程において得られた前記 N 個の第 2 の減算信号のそれぞれから、前記第 2 の利得制御工程において利得制御された前記抽出信号を減算し、N 個の第 3 の減算信号を得る第 4 の減算工程と

を有し、

前記N個の第3の減算信号のそれぞれを前記N個の音声チャンネルの音声出力とすることを特徴とする自動風音低減方法。

【請求項10】

請求項9に記載の自動風音低減方法であって、

前記検波工程において発生させた前記レベル検波信号によって、前記第2の利得制御工程においての利得を可変制御するようにすることを特徴とする自動風音低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば、デジタルビデオカメラなどの音声信号を処理する機器において、処理する音声信号の風音雑音を低減する自動風音低減回路および自動風音低減方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルビデオカメラ等のカメラ一体型VTRにおいて、音声は、ある任意の間隔で配置される複数の内蔵マイクロホンを用いて收音し、指向性演算回路を介して、L（左チャンネル）及びR（右チャンネル）の2チャンネルのステレオ音声信号として記録媒体に記録されるのが一般的である。

【0003】

さらに、カメラ一体型VTRを用いた屋外撮影においては、ほとんどの場合、音声信号とともに、風音による風雑音が收音されてしまい、従来から非常に耳障りであった。しかしながら、特開平11-69480号特許公開公報、特開2001-186585号特許公開公報には、マイクロホンを通じて收音される音声信号と風音信号との混合信号において、風音信号だけを回路的に自動低減する風音低減回路が提案されており、耳障りな風雑音を低減する方式が提供されるようになってきている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の特開平11-69480号特許公開公報、特開2001-186585号特許公開公報において開示されている方式は、音声信号が、L及びRの2チャンネルのステレオ音声信号として記録されることを前提にして風音低減回路を構成していたために、3チャンネル以上の音声信号の記録には対応できていない。

【0005】

つまり、マイクカプセル（マイクロホン）を3ヶ以上使用した場合でも、ステレオ音場処理等の指向性演算回路を介して、必ず2チャンネルの音声信号にして風音低減処理を行っている。したがって従来の風音低減回路は、ほとんどの場合に上述のステレオ音場処理等の指向性演算回路の後段に挿入する制約が発生し、性能向上とシステム設計の自由度アップという、指向性演算回路の前段に風音低減回路を挿入することのメリットを享受することができなかった。

【0006】

さらに現状の民生用DV（デジタルビデオ）の記録フォーマットをみると4チャンネルまでのマルチチャンネル記録が可能であり、また近年のMPEG/AAC（Advanced Audio Coding）方式、ドルビーデジタル方式、DTS（Digital Theater System）方式のようなマルチチャンネル記録を採用するようなカメラ一体型VTRの提供も今後期待されており、音声信号のマルチチャンネル記録に対応した自動風音低減回路の提供が望まれている。

【0007】

以上のことにかんがみ、この発明は、上述した問題点を一掃し、音声信号のマルチチャンネル化に対応し、性能とシステム設計の自由度とを向上させることが可能な自動風音低減回路および自動風音低減方法を提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明の自動風音低減回路は、
N（Nは2以上の正数）個の音声チャンネルと、

前記N個の音声チャンネルから選択される1つの音声チャンネル以外のN-1個の音声チャンネルの音声信号をすべて加算する第1の加算手段と、

前記第1の加算手段において加算されていない前記選択される1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の加算手段からの加算信号を減算する第1の減算手段と、

前記第1の加算手段と前記第1の減算手段との前段において前記N個の音声チャンネルの音声信号のそれぞれについて、あるいは、前記第1の減算手段の後段において、前記第1の減算手段からの出力信号について、風音信号の帯域成分を抽出する第1の抽出手段と、

前記第1の抽出手段により帯域制限された前記第1の減算手段からの出力信号の利得を制御する第1の利得制御手段と、

前記選択された1つの音声チャンネルの音声信号から、前記第1の利得制御手段により利得が制御された信号を減算する第2の減算手段と

を有し、

前記第2の減算手段の出力信号を前記選択された1つの音声チャンネルの音声出力とすることを特徴とする。

【0009】

この請求項1に記載の発明の自動風音低減回路によれば、第1の加算手段により、予め選択される音声チャンネル以外の音声チャンネルについての音声信号の加算信号が得られ、第1の減算手段により、選択された音声チャンネルの音声信号から、第1の加算手段からの加算信号が減算されて、減算信号が得られる。

【0010】

この減算信号は、第1の加算手段と第1の減算手段との前段において、あるいは、第1の減算手段の後段において、風音信号の帯域成分の信号となるように、第1の抽出手段により帯域制限するようにされたものである。帯域制限するようにされた第1の減算手段からの減算信号は、第1の利得制限手段によりその利得が制御され、利得制御された減算信号が、選択された音声チャンネルの音声信号（帯域制限されていない風音信号を含むもの）から減算され、減算後の音声信号が選択された音声チャンネルの出力信号とされる。

【0011】

これにより、風音信号を含む選択される音声チャンネルの音声信号から風音信号のみキャンセルするようにし、風音信号を効果的に低減させた音声信号を得ることができるようにされる。また、上述した構成の自動風音低減回路を、複数チャンネルある音声チャンネルのうちの目的とする音声チャンネルに設けることにより、その音声チャンネルの音声信号から風音信号を効果的に低減させることができる。

【0012】

また、請求項2に記載の発明の自動風音低減回路は、請求項1に記載の自動風音低減回路であって、

前記第1の加算手段と、前記第1の減算手段と、前記第1の抽出手段と、前記第1の利得制御手段と、前記第2の減算手段とを前記N個の音声チャンネルに対応してN系統分有し、

前記選択される1つの音声チャンネルが各系統で重複することがないようにされていることを特徴とする。

【0013】

この請求項2に記載の発明の自動風音低減回路によれば、N個の音声チャンネルのそれぞれに対して、自動風音低減回路が設けられるようにされ、N個の音声チャンネルのそれぞれの音声信号から風音信号を低減させるようにすることができるようにされる。

【0014】

つまり、各音声チャンネルごとの音声信号について、風音信号を低減させるように処理することができるので、ステレオ2チャンネルはもとより、3チャンネル以上のマルチチャンネルにも対応することができるようにされる。

【0015】

また、請求項3に記載の発明の自動風音低減回路は、請求項1または請求項2に記載の自動風音低減回路であって、

前記N個の音声チャンネルの音声信号のうち、任意の音声信号間の差分音声信号を得る第3の減算手段と、

前記第3の減算手段からの前記差分音声信号から風音信号の帯域成分を抽出する第2の抽出手段と、

前記第2の抽出手段よりの抽出信号が供給されて、風音信号のレベル検波信号を発生する検波手段と

を有し、

前記検波手段よりのレベル検波信号に基づいて、前記第1の利得制御手段の利得を可変制御することを特徴とする。

【0016】

この請求項3に記載の自動風音低減回路によれば、N個の音声チャンネルの音声信号のうちの任意の音声信号間の差分音声信号から実際の風音信号のレベルに応じたレベル検波信号を得て、個のレベル検波信号に基づいて、第1の利得制御手段における利得が制御するようにされる。

【0017】

これにより、音声信号に含まれる実際の風音信号のレベルに応じて、風音信号をキャンセルするための第1の減算回路からの減算信号のレベルを制御することができるので、音声信号に含まれる風音信号をそのレベルに対応して効果的にキャンセルするようにすることができる。

【0018】

また、請求項4に記載の発明の自動風音低減回路は、請求項2または請求項3に記載の自動風音低減回路であって、

前記N系統分の前記第2の減算手段のそれぞれからの出力信号をすべて加算する第2の加算手段と、

前記第2の加算手段よりの信号が供給されて、風音信号の帯域成分を抽出する第3の抽出手段と、

前記第3の抽出手段からの出力信号の利得を制御する第2の利得制御手段と、

前記N系統分の前記第2の減算手段のそれぞれからの出力信号から、前記第2の利得制御手段の出力信号を減算するN系統分の第4の減算手段と

を有するようにし、

前記N系統分の第4の減算手段のそれぞれからの出力信号を前記N個の音声チ

チャンネルの音声出力とすることを特徴とする。

【0019】

この請求項4に記載の発明の自動風音低減回路によれば、N個の第2の減算手段からの出力信号が第2の加算手段で加算されるとともに、第2の抽出手段で風音信号の帯域成分に帯域制限され、さらに第2の利得制御手段により利得制御される。この利得制御された信号が、第4の減算手段において、N個の第2の減算手段の出力信号のそれぞれから減算され、風音信号の残留成分をもキャンセルしたN個の音声チャンネルに対応したN個の音声信号が得られる。

【0020】

これにより、風音信号が低減された音声信号に残留する風音信号成分をさらに効果的に低減させ、風音信号が気にならない音声信号を出力することができるようにされる。

【0021】

また、請求項5に記載の発明の自動風音低減回路は、請求項4に記載の自動風音低減回路であって、

前記検波手段よりのレベル検波信号によって、前記第2の利得制御手段の利得を可変制御することを特徴とする自動風音低減回路。

【0022】

この請求項5に記載の発明の自動風音低減回路によれば、第2の利得制限手段においては、検波手段からのレベル検波信号に基づいて、入力信号の利得が制御するようにされる。

【0023】

これにより、風音信号のキャンセルに用いられる信号のレベルを、音声信号に含まれる実際の風音信号のレベルに応じて制御することができるので、音声信号に残存する風音信号を効果的にキャンセルすることができるようにされる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照しながら、この発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法の一実施の形態について説明する。まず、全体の説明を簡単にするため、一般

的なビデオカメラ（カメラ一体型 VTR）における風音信号の周波数特性と、従来の L/R 2 チャンネル風音低減回路の一例について説明する。

【0025】

[風音信号の周波数特性について]

図4は、一般的なビデオカメラにおいて收音される風音信号の周波数特性の例を示す図である。図4に示すように、風音信号は、約 1 kHz 程度から低周波数になるにしたがって $1/F$ 特性（Fは周波数）でレベルが増加する。

【0026】

しかし、使用するマイクユニットの特性や、音声信号を処理するアナログ回路のカップリングコンデンサの影響で極低周波数ではレベルが減少するために、約 200 Hz 付近にピークをもっている。また、風音信号は、マイクロホン近辺に発生する渦状の気流が原因であるために、それぞれのマイクロホンからの風音信号は、音声信号と比較して相関性がないランダム信号である。

【0027】

[2チャンネルの風音低減回路について]

次に、上述したような特徴を有する風音信号を低減するための従来の L/R 2 チャンネル風音低減回路について説明する。図5は、従来の L/R 2 チャンネル風音低減回路を説明するためのブロック図である。

【0028】

マイクロホン 101、102 により收音された風音信号を含む Rch（右チャンネル）、Lch（左チャンネル）の音声信号は、それぞれ増幅器 103、104 を介して、ADC（Analog to Digital Converter）105、106 に供給され、ここでアナログーデジタル変換されてデジタル信号とされる。

【0029】

ADC 105 においてデジタル信号に変換された Rch 側の音声信号は、遅延器 107 と演算器 109 の -（マイナス）端子に供給され、ADC 106 においてデジタル信号に変換された Lch 側の音声信号は、遅延器 108 と演算器 109 の +（プラス）端子に供給される。演算器 109 では、Rch 側の音声信号と

Lch側の音声信号との差成分(L-R)信号を演算し、これをLPF(Low-Pass Filter)110、121に供給する。

【0030】

ここで前述したように、風音信号はL/Rチャンネル間で相関性がないために、差成分(L-R)信号についてLPF110において、図4に示した風音帯域のみを通過させることによりほとんどの風音信号が抽出できる。また、LPF121では、さらに極低周波数を通過させると、ほとんど音声信号を含まない風音信号のみが抽出できる。

【0031】

そして、LPF121からの出力は、増幅器122において増幅され、DET(検波処理部)123において風音信号がレベル検波される。DET123からのレベル検波出力は、係数生成部124に供給される。係数生成部124は、DET123からのレベル検波出力を成形して次段への制御係数としての風音レベル検波信号を生成し、これをレベル可変増幅器111、118に供給する。

【0032】

また、前述のLPF110からの出力はレベル可変増幅器111において、係数生成部124からの風音レベル検波信号によりレベルコントロールされる。このときレベル可変増幅器111は、風音が大きい、つまり風音レベル検波信号のレベルが大きいときに出力が大きくなるように制御され、逆に風音がないときは、風音レベル検波信号のレベルがゼロになり出力がゼロになるように制御される。

【0033】

そして、図5に示すように、このレベル可変増幅器111からの出力信号は、演算器112で遅延器107からの遅延された信号と加算され、演算器113で遅延器108からの遅延された信号から減算される。

【0034】

これら演算器112、113における演算の意味について説明する。まずLchの音声信号をLs、Lchの風音信号をLwとし、Rchの音声信号をRs、Rchの風音信号をRwとし、さらに風音が最大の時、レベル可変増幅器11

1 の出力／入力比を 0.5 倍に設定すると、演算器 112 の出力 R_a と演算器 113 の出力 L_a はそれぞれ (1) 式、(2) 式で表わされる。

【0035】

$$\begin{aligned} R_a &= (R_s + R_w) + 0.5 (L_w - R_w) \\ &= R_s + 0.5 (L_w + R_w) \quad \cdots (1) \text{ 式} \\ L_a &= (L_s + L_w) - 0.5 (L_w - R_w) \\ &= L_s + 0.5 (L_w + R_w) \quad \cdots (2) \text{ 式。} \end{aligned}$$

【0036】

つまり、風音信号 R_w 、 L_w が大きい時は、風音信号はどちらも ($L_w + R_w$) 成分でモノラル信号となり、風音信号 R_w 、 L_w がゼロではそれぞれの音声信号 R_s 、 L_s が出力される。風音信号は音声信号と比較して、チャンネル間の相関性がないため、加算することで大きく低減することができる。また、遅延器 107、108 は、LPF110 による遅延分を本線側で補償しているもので、演算器 112、113 での信号タイミングを合わせて、より低減効果を上げている。

【0037】

さらに、演算器 112、113 の出力は、それぞれ遅延器 115、116 に入力されるとともに、演算器 114 に入力されて両者が加算され、その出力が LPF117 に供給される。LPF117 は、LPF110 と同様に風音帯域を抽出する帯域に設定される。

【0038】

LPF117 の出力は、レベル可変増幅器 118 において前述の係数生成部 123 からの風音レベル検波信号によりレベルコントロールされ、風音が大きい、つまり風音レベル検波信号のレベルが大きいときに出力が大きくなるように制御され、逆に風音がないときは、風音レベル検波信号のレベルがゼロになり出力がゼロになるように制御される。レベル可変増幅器 118 の出力は、演算器 119 で、遅延器 115 を通った信号から減算され、演算器 120 で遅延器 116 を通った信号から減算される。

【0039】

これら演算器 119、120 における演算の意味について説明する。まず上述した (1) 式、(2) 式を用い、さらに風音が最大の時、レベル可変増幅器 118 の出力／入力比を 0.5 倍に設定すると、演算器 119 の出力 Rb と演算器 120 の出力 Lb はそれぞれ (3) 式、(4) 式で表わされる。

【0040】

$$Rb = Rs + 0.5(Lw + Rw) - 0.5(Lw + Rw) = Rs$$

… (3) 式

$$Lb = Ls + 0.5(Lw + Rw) - 0.5(Lw + Rw) = Ls$$

… (4) 式。

【0041】

したがって、風音信号 Rw、Lw はキャンセルされて音声信号 Rs、Ls のみを得られる。また、前述の遅延器 115、116 は、LPF 117 による遅延分を本線側で補償しているもので、演算器 119、120 での信号タイミングを合わせて、より低減効果を上げている。したがって演算器 119、120 の出力信号は、以上のように風音信号が低減された音声信号となり、ビデオカメラであれば記録系信号処理に入力され、映像信号系からの映像信号とともにテープ等の記録媒体に記録されることになる。

【0042】

[マルチチャンネルの自動風音低減回路、自動風音低減方法について]

上述したように、従来の L/R 2 チャンネル風音低減回路の場合には、風音信号のレベルに応じて、効果的に風音を低減させることができるものの、音声チャンネルが、L/R 2 チャンネルを前提としていたために、音声チャンネルが 3 チャンネル以上のマルチチャンネルの場合にも 2 チャンネルにした後でなければ風音低減処理を行うことができず、性能やシステム設計上の自由度の向上を図ることができなかった。

【0043】

以下に説明するこの発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法は、3 チャンネル以上のマルチチャンネルの場合であっても、L/R 2 チャンネルの音声信号に変換することなく、各チャンネルの音声信号と風音信号とからなる合成信

号から、風音信号のみを効果的に低減させることができるものである。以下においては、音声信号チャンネルが3チャンネルの場合を例にして説明する。

【0044】

図1は、この発明によるマルチチャンネルに対応した自動風音低減回路、自動風音低減方法が適用された自動風音低減回路1を説明するためのブロック図である。図1に示すように、この実施の形態の自動風音低減回路1は、3つのマイクロホン10、11、12により収音された音声信号のそれぞれを独立に処理することが可能な3チャンネル対応のものである。

【0045】

マイクロホン11により収音されたRch（右チャンネル）の音声信号と、マイクロホン10により収音されたCch（中央チャンネル）の音声信号と、マイクロホン12により収音されたLch（左チャンネル）の音声信号とのそれぞれは、対応する増幅器13、14、15を通じて、対応するADC16、17、18に供給される。ADC16、17、18のそれぞれは、対応する増幅器13、14、15のそれぞれからのアナログ音声信号をデジタル信号に変換する。

【0046】

そして、ADC16からのRchのデジタル音声信号Rは、遅延器20と、LPF21と、演算器19の一侧端子に供給され、ADC17からのCchのデジタル音声信号Cは、遅延器22と、LPF23に供給され、ADC18からのLchのデジタル音声信号Lは、遅延器24と、LPF25と、演算器19の+側端子に供給される。

【0047】

演算器19では、+側端子に供給されたLchのデジタル音声信号Lから、一侧端子に供給されたRchのデジタル音声信号Rを減算し、その出力信号である $(L-R)$ 信号をLPF121に供給し、増幅器122、DET123、係数生成部124を通じて風音レベル検波信号を生成する。この風音レベル検波信号の生成方法は、図5に示した2チャンネルの風音低減回路の同一参照符号を付したブロック部分と同じである。

【0048】

また、LPF21において図4に示した風音帯域に制限されたRchのデジタル音声信号(Rchの風音信号)Rwは、演算器30の+側端子と、演算器26の一方の+側端子と、演算器27の一方の+側端子に供給され、LPF23において図4に示した風音帯域に制限されたCchのデジタル音声信号(Cchの風音信号)Cwは、演算器31の+側端子と、演算器26の他方の+側端子と、演算器28の一方の+側端子に供給され、LPF25において図4に示した風音帯域に制限されたLchのデジタル音声信号(Lchの風音信号)Lwは、演算器29の+側端子と、演算器28の他方の+側端子と、演算器27の他方の+側端子に入力される。

【0049】

さらに、演算器26からのRchの風音信号RwとCchの風音信号Cwとの加算信号である($Rw + Cw$)信号は、演算器29の-側端子に供給され、演算器29の+側端子に供給されるLchの風音信号Lwから減算され、($Lw - Rw - Cw$)信号としてレベル可変増幅器34に供給される。

【0050】

同様に、演算器27からのRchの風音信号RwとLchの風音信号Lwとの加算信号である($Rw + Lw$)信号は、演算器31の-側端子に入力され、演算器31の+側端子に供給されるCchの風音信号Cwから減算され、($Cw - Rw - Lw$)信号としてレベル可変増幅器33に供給される。

【0051】

また、演算器28からのLchの風音信号LwとCchの風音信号Cwとの加算信号である($Lw + Cw$)信号は、演算器30の-側端子に入力され、演算器30の+側端子に供給されるRchの風音信号Rwから減算されて、($Rw - Lw - Cw$)信号としてレベル可変増幅器32に供給される。

【0052】

そして、レベル可変増幅器32、33、34のそれぞれは、係数生成部124からの前述した風音レベル検波信号によりレベルコントロールされ、風音が大きい、つまり風音レベル検波信号のレベルが大きいときに出力が大きくなるように制御され、逆に風音がないときは、風音レベル検波信号のレベルがゼロになり出

力がゼロになるように制御される。

【0053】

さらに、レベル可変増幅器 32、33、34 からの出力信号は、それぞれ演算器 35、36、37 の一側端子に入力され、それぞれ対応する遅延器 20、22、24 からの＋側端子に供給されたデジタル音声信号 R、C、L のそれぞれから減算されて、その出力信号が対応する端子 40、41、42 から Rch 信号、Cch 信号、Lch 信号として出力され、また風音レベル検波信号は端子 43 から検波出力として出力される。

【0054】

ここで、図 1 に示したこの実施の形態の自動風音低減回路 1 の動作について説明する。ここでは、Lch の音声信号を Ls、風音信号を Lw とし、Rch の音声信号を Rs、風音信号を Rw とし、Cch の音声信号を Cs、風音信号を Cw とし、さらに風音が最大の時、レベル可変増幅器 32、33、34 の出力／入力比を 0.5 倍に設定し、また、出力端子 40、41、42 から出力される Rch 信号、Cch 信号、Lch 信号の出力信号をそれぞれ Ra、Ca、La で表わすとする、そのそれぞれは以下に示す (5) 式、(6) 式、(7) 式で表わされる。

【0055】

$$\begin{aligned} R_a &= (R_s + R_w) - 0.5 (R_w - L_w - C_w) \\ &= R_s + 0.5 (R_w + L_w + C_w) \quad \cdots (5) \text{ 式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_a &= (C_s + C_w) - 0.5 (C_w - R_w - L_w) \\ &= C_s + 0.5 (R_w + L_w + C_w) \quad \cdots (6) \text{ 式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_a &= (L_s + L_w) - 0.5 (L_w - R_w - C_w) \\ &= L_s + 0.5 (R_w + L_w + C_w) \quad \cdots (7) \text{ 式。} \end{aligned}$$

【0056】

つまり、風音の大きい時は、それぞれの出力における風音信号はどれも $(R_w + L_w + C_w)$ 成分となり、すべてのチャンネルの風音信号を加算したモノラル信号になるため、音声信号と比較してチャンネル間の相関性がない風音信号は、これを加算する形式にすることで大きく低減することができる。また、風音がな

い時は、 R_w 、 C_w 、 L_w がゼロになりそれぞれの音声信号 R_s 、 C_s 、 L_s が出力される。

【0057】

また、遅延器20、22、24は、それぞれLPF21、23、25による遅延分を本線側で補償しているもので、演算器35、36、37での信号タイミングを合わせて、より低減効果を上げている。また、LPF21、23、25は、図4に示した風音帯域を通過帯域としてほとんどの風音信号が抽出でき、LPF121ではさらに極低周波数を通過させるとほとんど音声信号を含まない風音信号のみが抽出される。

【0058】

尚、図1において風音レベル検波信号の生成には、演算器19により($L-R$)信号を使用したか、これに限定されるものではなく、3チャンネルの差成分であれば($C-R$)信号でも、($L-C$)信号でも良く、またこれらの差成分の組み合わせのうち、最大値を選択しても良い。

【0059】

このように、図1に示した自動風音低減回路は、各音声チャンネルに対して、自動風音低減回路を設けている。すなわち、図1にも示したように、 R_{ch} に対しては、演算器28(第1の加算手段)、演算器30(第1の減算手段)、レベル可変増幅器32(第1の利得制御手段)、演算器35(第2の減算手段)からなる自動風音低減回路を設け、 C_{ch} に対しては、演算器27(第1の加算手段)、演算器31(第1の減算手段)、レベル可変増幅器33(第1の利得制御手段)、演算器36(第2の減算手段)からなる自動風音低減回路を設けている。

【0060】

また、 L_{ch} に対しては、演算器26(第1の加算手段)、演算器29(第1の減算手段)、レベル可変増幅器34(第1の利得制御手段)、演算器37(第2の減算手段)からなる自動風音低減回路を設けている。また、LPF21、23、25のそれぞれが第1の抽出手段に相当するものである。

【0061】

このように、各音声チャンネルに対して、自動風音低減回路を設けるようにす

ることにより、音声チャンネル数に左右されることなく、各音声チャンネルの音声について、風音信号を低減させることができるようにしている。

【0062】

なお、複数の音声チャンネルのそれぞれに自動風音低減回路を設ける場合に限るものではなく、例えば、L c h（左チャンネル）とR c h（右チャンネル）だけに自動風音低減回路を設けるなど、選択した音声チャンネルに対して自動風音低減回路を設けるようにしてもよい。

【0063】

このように、風音信号を收音しやすい音声チャンネルのみに自動風音低減回路を設けるようにすることにより、風音信号を低減させた安価な音声信号処理システムを構築することができるようにされる。

【0064】

しかし、図1に示した自動風音低減回路1の場合、上述した（5）式、（6）式、（7）式からもわかるように、風音信号が残留している。そこで、図1に示した自動風音低減回路1の後段に、残留風音低減用の自動風音低減回路を設けることにより、残留する風音信号をさらに低減させることが可能となる。

【0065】

図2は、図1に示した自動風音低減回路1の後段に設けられ、残留する風音信号をさらに低減させるための自動風音低減回路2を説明するためのブロック図である。すなわち、図2に示す自動風音低減回路2は、図1に示した自動風音低減回路1からの出力信号の供給を受けて、供給される音声信号に残留する風音信号をさらに低減するためのものである。

【0066】

図1に示した自動風音低減回路1から図2に示した自動風音低減回路2に接続される端子は、図1に示した自動風音低減回路1と同じ参照符号を付して説明する。

【0067】

図2に示すように、端子40を通じて供給される図1に示した自動風音低減回路1からのR c hのデジタル音声信号は、演算器50の一方の+側端子と、遅延

器 54 を介して演算器 57 の＋側端子に供給される。また、端子 41 を通じて供給される図 1 に示した自動風音低減回路 1 からの C c h のデジタル音声信号は、演算器 50 の他方の＋側端子と、遅延器 55 を介して演算器 58 の＋側端子に供給される。

【0068】

同様に、端子 42 を通じて供給される図 1 に示した自動風音低減回路 1 からの L c h のデジタル音声信号は、演算器 51 の一方の＋側端子と、遅延器 56 を介して演算器 59 の＋側端子に供給される。

【0069】

また、演算器 50 からの加算出力は、演算器 51 の他方の＋側端子に供給され、その演算器 51 からの加算出力は、LPF 52 を介してレベル可変増幅器 53 に供給されるが、このレベル可変増幅器 53 は、端子 43 からの風音レベル検波信号により、図 1 に示した自動風音低減回路 1 のレベル可変増幅器 32、33、34 と同様に制御される。

【0070】

そして、レベル可変増幅器 53 の出力は、演算器 57、58、59 のそれぞれの－側端子に供給され、＋側端子の R c h のデジタル音声信号、C c h のデジタル音声信号、L c h のデジタル音声信号からそれぞれ減算されて、端子 60、61、62 から R c h 出力、C c h 出力、L c h 出力として出力される。

【0071】

ここで、図 2 に示した自動風音低減回路 2 の動作について説明する。前述した (5) 式、(6) 式、(7) 式のそれぞれを用い、さらに風音が最大の時、レベル可変 53 の出力／入力比を 0.5 倍に設定し、端子 60、61、62 からの R c h 出力、C c h 出力、L c h 出力のそれぞれを R b、C b、L b とすると、R c h 出力 R b、C c h 出力 C b、L c h 出力 L b のそれぞれは、以下に示す (8) 式、(9) 式、(10) 式で表わされる。

【0072】

$$\begin{aligned} R b &= R s + 0.5 (R w + L w + C w) \\ &\quad - 0.5 (R w + L w + C w) = R s \quad \cdots (8) \text{ 式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= C_s + 0.5 (R_w + L_w + C_w) \\ &\quad - 0.5 (R_w + L_w + C_w) = C_s \quad \cdots (9) \text{ 式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_b &= L_s + 0.5 (R_w + L_w + C_w) \\ &\quad - 0.5 (R_w + L_w + C_w) = L_s \quad \cdots (10) \text{ 式。} \end{aligned}$$

【0073】

したがって、残留する風音信号 R_w 、 L_w 、 C_w はすべてキャンセルされて音声信号 R_s 、 C_s 、 L_s のみが得られる。また、遅延器 54、55、56 は、LPF 52 による遅延分を本線側で補償しているもので、演算器 57、58、59 での信号タイミングを合わせて、より低減効果を上げている。

【0074】

以上のように、端子 60、61、62 から出力される R_{ch} 出力、 C_{ch} 出力、 L_{ch} 出力は、風音信号がキャンセルされて風音信号を含まない音声信号となり、ビデオカメラであれば記録系信号処理に inputs され、映像信号系からの映像信号とともにテープ等の記録媒体に記録されることになる。

【0075】

そして、上述したように、自動風音低減回路を 3 チャンネル以上のマルチチャンネル対応にすることにより、容易に指向性演算回路の前段で風音低減処理を行うことができるようになり、性能向上とシステム設計の自由度アップが可能になる。もちろん、2 チャンネルにも対応できることは言うまでもない。

【0076】

なお、図 2 において、演算器 50、51 が第 2 の加算手段に相当し、LPF 52 が第 3 の抽出手段に相当し、レベル可変増幅器 53 が、第 2 の利得制御手段に相当し、演算器 57、58、59 が第 4 の減算手段に相当するものである。

【0077】

次に、この発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法を利用した音声信号処理系のマルチチャンネル化の例について説明する。図 3 は、3 ケのマイクロホンをもつ場合の音声信号処理系のマルチチャンネル化の例を説明するための図である。

【0078】

この例は、図3Aに示すように、3ヶの無指向性マイクロホンML、MC、MRを配置した場合に、フロント右方向（以下FR方向という。）と、フロント中央方向（以下FC方向という。）と、フロント左方向（以下FL方向という。）と、リア左方向（以下RL方向という）と、リア中央（以下RC方向という。）と、リア右（以下RR方向という）からの音声に指向性をもつマルチチャンネル化の例である。

【0079】

この例の3ヶのマイクロホンML、MC、MRのそれぞれは、無指向特性のものであり、マイクロホン受音面の方向は特に限定せず、図3Aに示したように三角形を成して配置される。それぞれのマイクロホンML、MC、MRからの出力信号をL、R、Cとすれば、この時合成される各指向方向の信号は以下の式で表される。

【0080】

フロント左方向 (FL) : $L - \alpha (C - \phi)$... (11) 式

フロント中央方向 (FC) : $(L + R) / 2 - \alpha (C - \phi)$... (12) 式

フロント右方向 (FR) : $R - \alpha (C - \phi)$... (13) 式

リア左方向 (RL) : $C - \alpha (R - \phi)$... (14) 式

リア中央方向 (RC) : $C - \alpha ((L + R) / 2 - \phi)$... (15) 式

リア右方向 (RR) : $C - \alpha (L - \phi)$... (16) 式

ここで、 α は所定乗算係数、 ϕ は所定時間遅延とする。

【0081】

これらの指向パターンは、各方向に向かって1次音圧傾斜（カージオイド）特性を示す。なお、上述したように、 α は周波数特性をフラットにするための乗算係数を表わしており、 ϕ は配置されたマイク間の物理的距離に相当する時間遅延成分を表わしている。

【0082】

したがって、マイクロホンML、MR、MCからの出力信号に、この発明によるマルチチャンネル対応の自動風音低減回路を通して、図3Bに示し、また上述もした指向性演算処理を施すことにより、風音低減がなされた各指向性を有する

マルチチャンネル化された音声信号が得られる。

【0083】

また、図3においてFL方向とFR方向だけを演算して、それぞれステレオ2チャンネル信号のLch出力、Rch出力とすることも可能であり、この場合には、指向性演算処理の後段に図5の従来の2チャンネル自動風音低減処理を挿入することもできるが、図3のように指向性演算処理の前段に挿入することにより、従来にない効果が得られる。

【0084】

これは、一般に指向性演算処理は、各マイクロホンからの信号の位相ずれを強調する処理であるがゆえに、各マイクロホンからの信号に相関性がない風音信号は、指向性演算処理を通すとレベルが悪化してしまう。したがって指向性演算処理の前段にこの発明によるマルチチャンネル対応の自動風音低減処理回路を挿入することで、この悪化を防ぐことができる。

【0085】

また、上述の実施の形態においては、3チャンネルの音声信号に対して自動風音低減処理を施す例を説明したが、4チャンネル以上の場合においても、同様に処理が可能である。

【0086】

つまり、N（Nは2以上の整数）チャンネルの音声チャンネルがある場合に、重複することがないようにNチャンネルの音声チャンネルから1の音声チャンネルを選択し、この選択された音声チャンネル以外の音声チャンネルの音声信号を加算してN個の加算信号を得て、選択された音声チャンネルの音声信号から対応する加算信号を減算してN個の減算信号を得て、このN個の減算信号が風音信号の帯域となるように帯域制限する。

【0087】

そして、N個の音声チャンネルの音声信号のそれぞれから、帯域制限するようにされたN個の減算信号のうちの対応する減算信号をレベル調整（利得制御）して減算することにより、N個の音声チャンネルのそれぞれの音声信号に含まれる風音信号を低減させることができる。

【0088】

さらに、上述したように、風音信号が低減されたN個の音声チャンネルの音声信号のそれぞれから、風音信号が低減されたN個の音声チャンネルの音声信号の加算信号を風音信号の周波数帯域に帯域制限し、レベル調整した信号を減算することにより、目的とする音声信号中に残留する風音信号をキャンセルし、風音信号を含まない目的とする音声信号のみを得ることができる。

【0089】

また、レベル調整は、音声信号に含まれる風音信号の信号レベルに応じて行うものに限るものではなく、風音信号の平均的なレベルに応じて固定的に行うようにしたり、また、強、中、弱のように、予め決められた段階ごとのレベルに応じて、レベル調整を選択された段階に応じて行うようにしたりすることもできる。

【0090】

また、前述した実施の形態においては、演算器26、39、演算器27、31、演算器28、29の前段において、各音声チャンネルの音声信号の帯域制限を行うようにしたが、これに限るものではなく、演算器29、30、31の出力信号について帯域制限するようにしてもよい。

【0091】

また、上述した実施の形態においては、マイクロホンにより收音された音声信号に対して自動風音低減処理を施す例を説明したが、これに限るものではない。マルチチャンネル記録された記録媒体からの音声信号の再生時においても、図1及び図2に示した場合と同様に自動風音低減処理が可能である。

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法によれば、3チャンネル以上の音声信号に対しても自動風音低減処理を施すことができるため、自動風音低減処理を挿入する場所を選ばず自由度があり、今後のマルチチャンネル化にも対応可能である。

【0093】

また、風音低減処理を、図1、図2に示したように、2段階に分けることがで

きるので、システムの必要性に応じて回路規模を選択することができる。

【0094】

また、ステレオ演算処理等の指向性演算処理の前段に風音低減処理を施すことで、風音信号レベルが悪化する前に低減することができ、後段の信号のダイナミックレンジの確保が楽になり、システム設計がし易くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法の一実施の形態を説明するための図である。

【図2】

この発明による自動風音低減回路、自動風音低減方法の一実施の形態を説明するための図である。

【図3】

無指向性マイクロホン3ヶ配置による音声信号系のマルチチャンネルの一例を説明するための図である。

【図4】

ビデオカメラに搭載されたマイクロホンにより收音される風音信号の周波数特性を説明するための図である。

【図5】

従来の2チャンネルの自動風音低減回路の一例を説明するための図である。

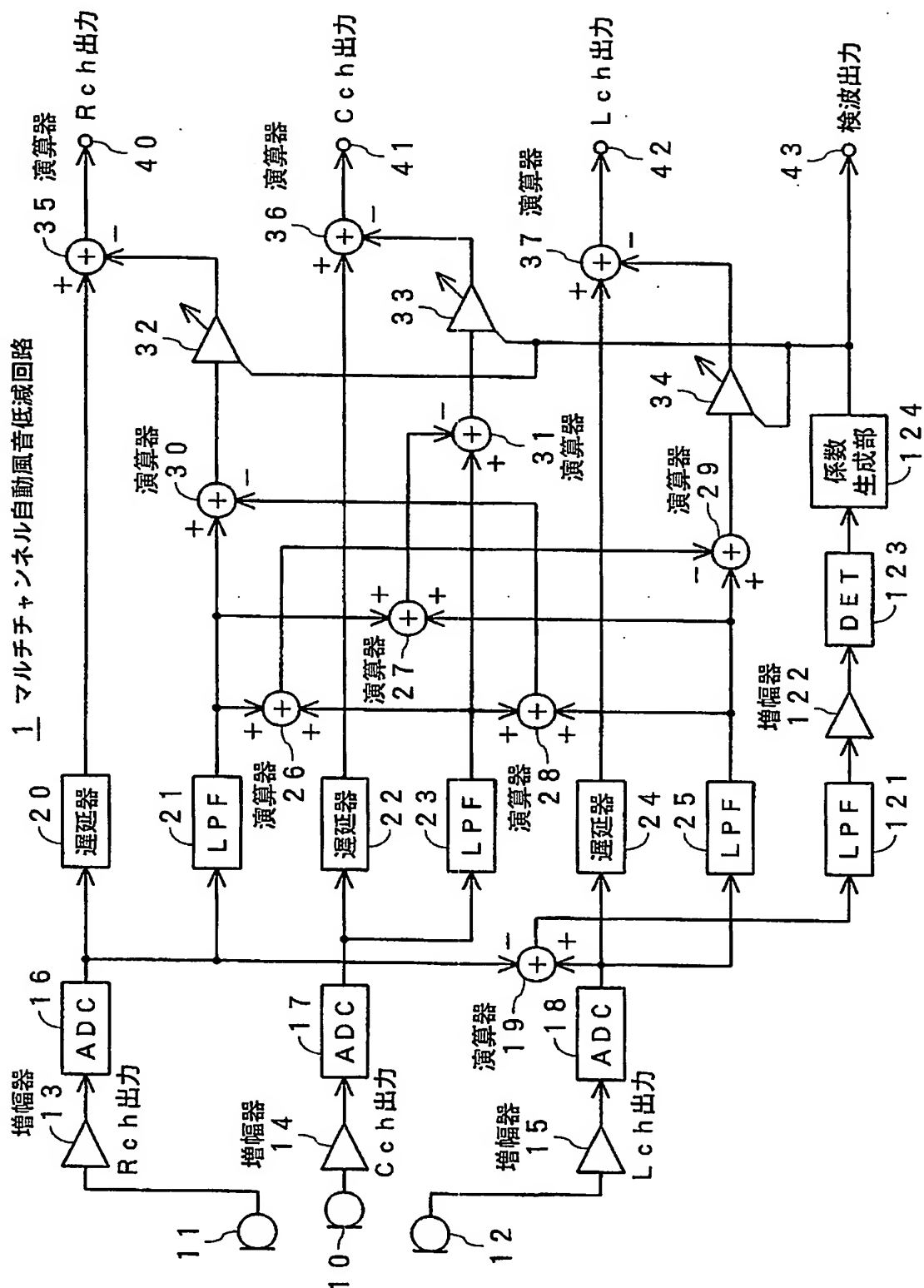
【符号の説明】

1、2…自動風音低減回路、10、11、12…マイクロホン、13、14、15…増幅器、16、17、18…ADC（アナログ／デジタル変換器）、19…演算器（減算用）、20、22、24…遅延器、21、23、25…LPF、26、27、28…演算器（加算用）、29、30、31…演算器（減算用）、32、33、34…レベル可変増幅器、35、36、37…演算器（減算用）、40…Rch端子、41…Cch端子、42…Lch端子、43…検波端子、50、51…演算器（加算用）、52…LPF、53…レベル可変増幅器、54、55、56…遅延器、57、58、59…演算器（減算用）、60…Rch端子

、 6 1 … C c h 端子、 6 2 … L c h 端子、 1 2 1 … L P F、 1 2 2 … 増幅器、 1
2 3 … 検波器、 1 2 4 … 係数生成部

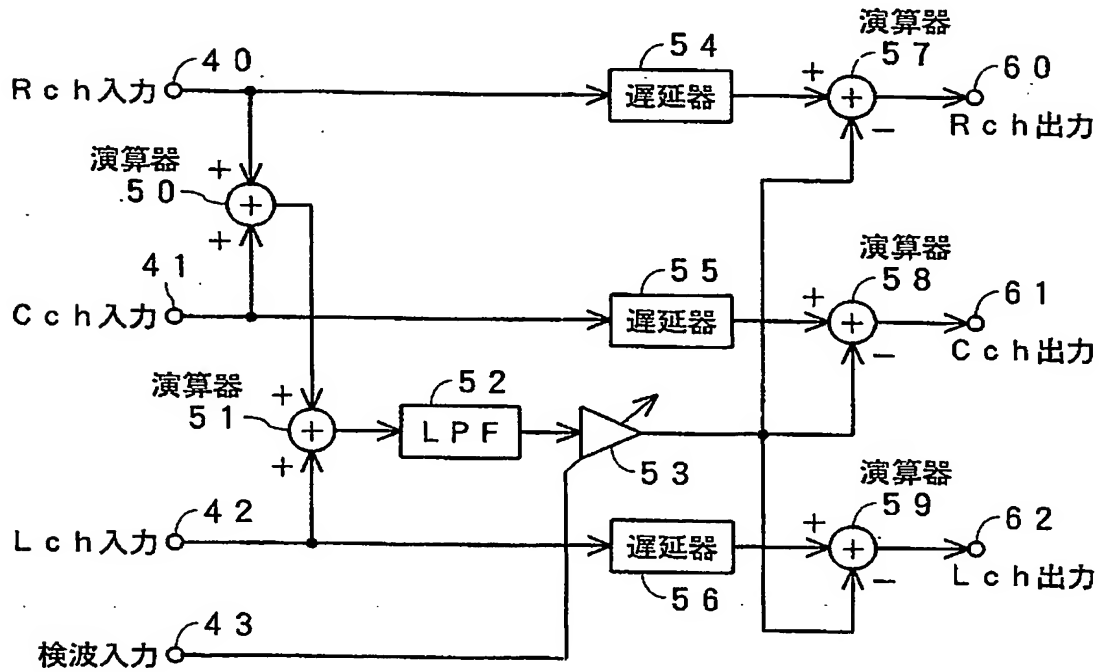
【書類名】 図面

【図 1】



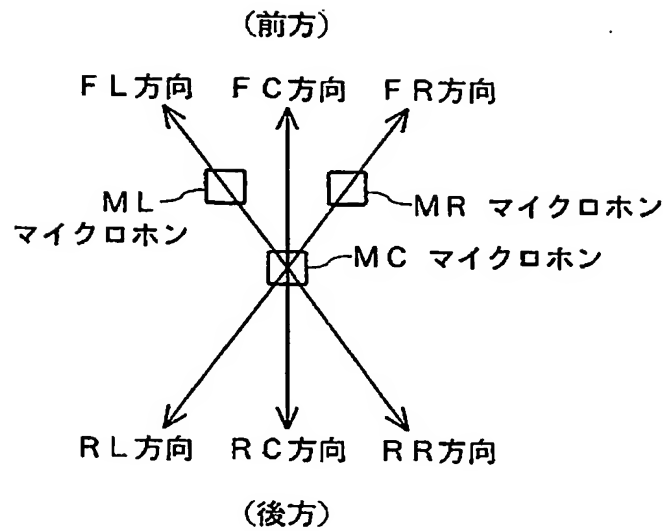
【図 2】

2 マルチチャンネル自動風音低減回路(残留風音低減用)

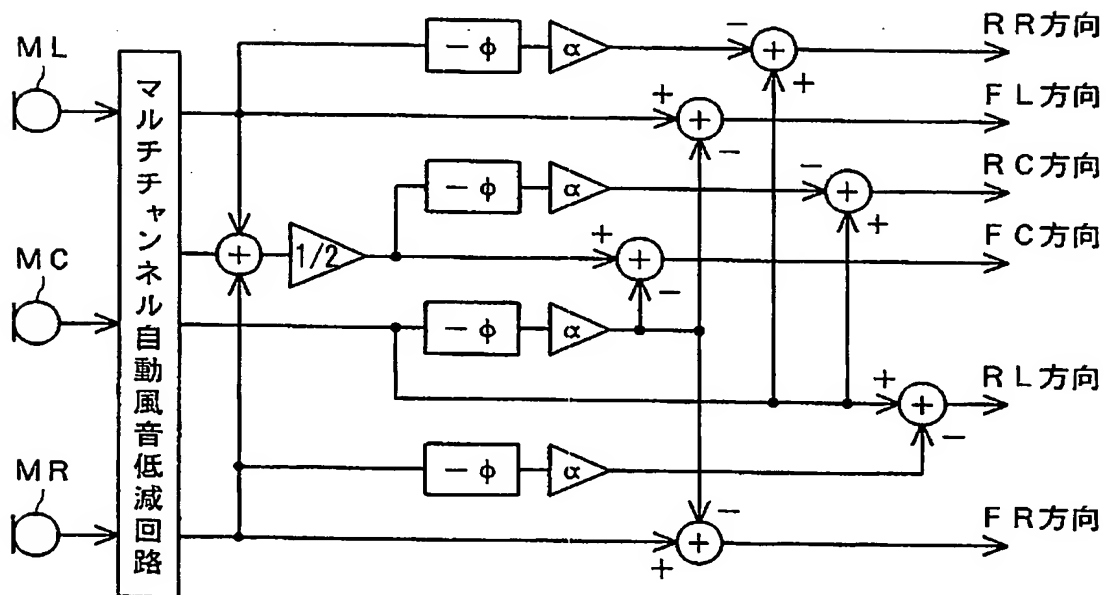


【図 3】

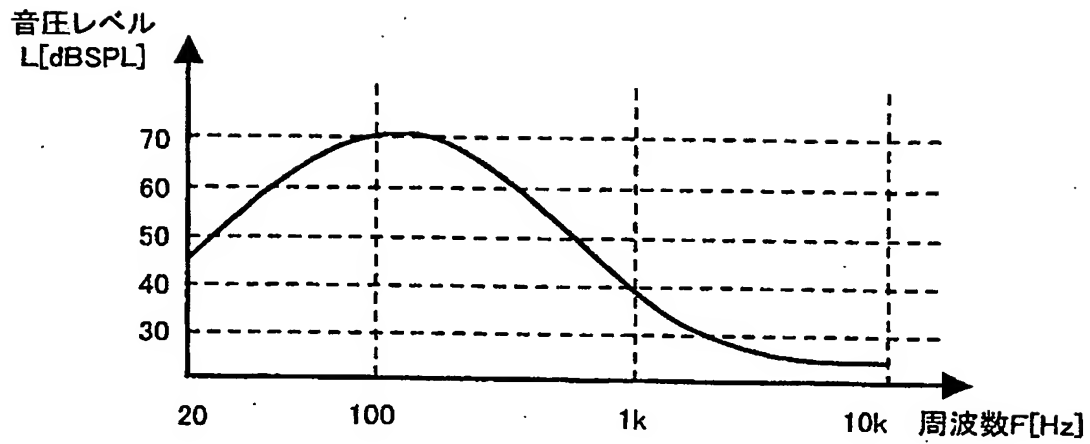
A



B

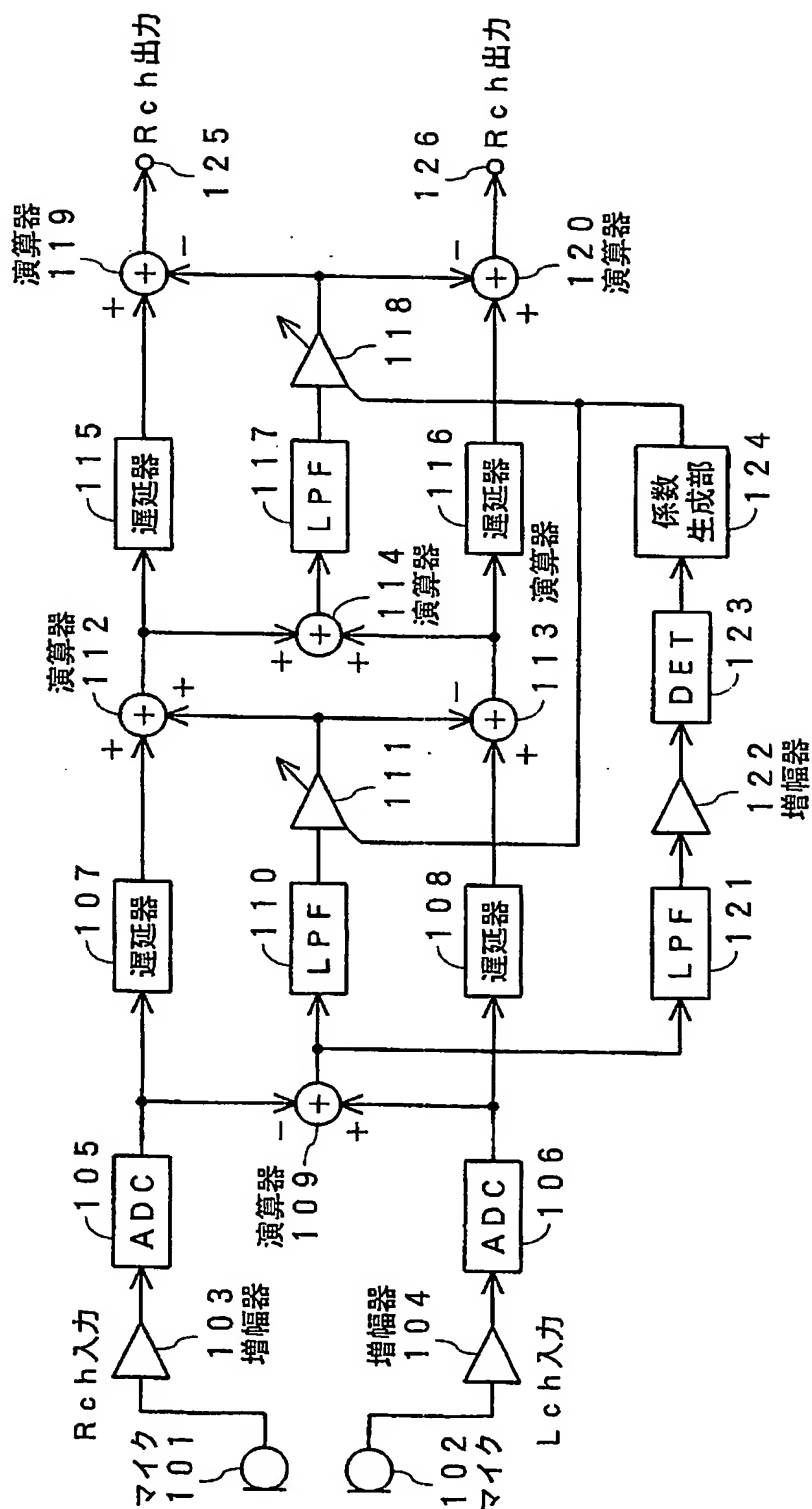


【図 4】



ビデオカメラにおける風音信号の周波数特性例

【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 音声信号のマルチチャンネル化に対応し、性能とシステム設計の自由度とを向上させることが可能な自動風音低減回路および自動風音低減方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 演算器 26、27、28により、それぞれ異なるように選択される音声チャンネル以外の音声チャンネルについての音声信号の加算信号を得て、演算器 29、30、31により、選択された音声チャンネルの音声信号から、対応する演算器 26、27、28からの加算信号を減算する。演算器 29、30、31からの減算信号は、LPF 21、23、25により風音信号の周波数帯域に帯域制限されており、この帯域制限された演算器 29、30、31からの減算信号をレベル可変増幅器 32、33、34によりレベル制御した後、対応する音声チャンネルの音声信号から減算する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 3 8 8 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.